

OUP1701

⑯ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

Patentschrift

⑩ DE 196 52 801 C 1

⑮ Int. Cl.⁶:
H 02 N 2/00
F 02 M 51/06
F 02 D 41/20

⑯ Aktenzeichen: 196 52 801.1-32
⑯ Anmeldetag: 18. 12. 96
⑯ Offenlegungstag:
⑯ Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 23. 4. 98

B2
DE 196 52 801 C 1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑯ Patentinhaber:

Siemens AG, 80333 München, DE

⑯ Erfinder:

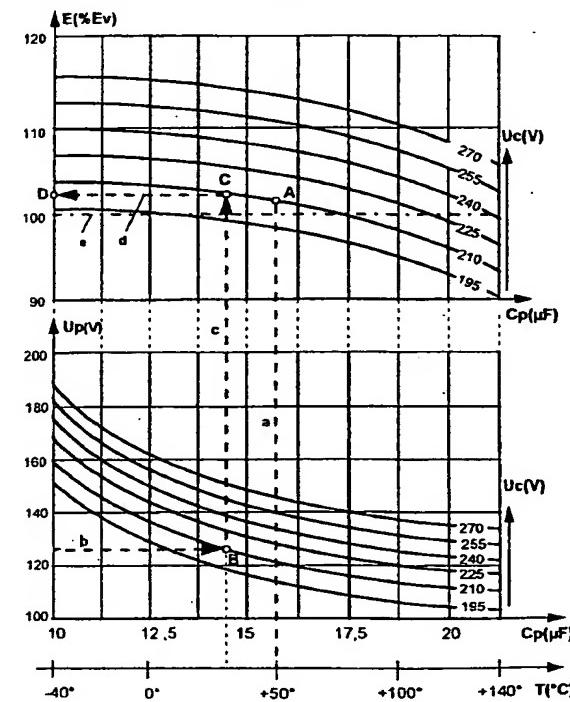
Hoffmann, Christian, Dr., 93057 Regensburg, DE;
Freudenberg, Hellmut, 93080 Pentling, DE; Gerken,
Hartmut, 93152 Nittendorf, DE; Hecker, Martin,
93053 Regensburg, DE; Pirkl, Richard, 93053
Regensburg, DE

⑯ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

DE 196 44 521 A1
US 53 87 834

⑯ Verfahren und Vorrichtung zum Ansteuern wenigstens eines kapazitiven Stellgliedes

⑯ Ein kapazitives Stellglied wird mit definierter Ladespannung U_c geladen. Aus einem gespeicherten Kennfeld KF wird die momentane Stellgliedkapazität C_p aus Ladespannung U_c und Stellgliedspannung U_p ermittelt und aus Ladespannung U_c und Stellgliedkapazität C_p wird die dem Stellglied zugeführte Energie E bestimmt. Entsprechend der Abweichung der dem Stellglied zugeführten Energie E von einem vorgegebenen Energiebetrag E_v wird die Ladespannung U_c für den nächsten Ansteuervorgang des Stellgliedes geregelt; der gleiche Vorgang ergibt sich für weitere Stellglieder.



DE 196 52 801 C 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Ansteuern eines kapazitiven Stellgliedes, insbesondere eines piezoelektrisch betriebenen Kraftstoffeinspritzventils einer Brennkraftmaschine.

Piezo-Stellglieder bestehen aus einer Vielzahl piezokeramischer Schichten und bilden einen sog. "Stack", der bei Anlegen einer Spannung seine Abmessungen, insbesondere seine Länge s um einen Hub ds verändert, oder bei mechanischem Druck oder Zug eine elektrische Spannung erzeugt.

Die elektrischen Eigenschaften eines derartigen Piezostacks ändern sich mit der Temperatur, der er ausgesetzt ist. Mit steigender Temperatur vergrößert sich seine Kapazität, aber auch der Hub nimmt zu. Bei den für automotive Anwendungen zu berücksichtigenden Temperaturen von etwa -40°C bis +140°C sind dabei Änderungen bis zu einem Faktor 2 zu beobachten.

Aus US 5,387,834 ist eine Ansteuerschaltung für ein piezoelektrisches Element eines Matrix-Druckers bekannt, bei welcher ein Temperatursensor die Temperatur des piezoelektrischen Elements fühlt. Die Ansteuerung des piezoelektrischen Elements erfolgt mit Ladezeiten, welche temperaturabhängig in einer Tabelle gespeichert sind.

In der älteren deutschen Patentanmeldung 196 44 521.3 wurde bereits vorgeschlagen, ein kapazitives Stellglied mit konstanter Energie anzusteuern, da eine Aufladung mit konstanter Energie über den benötigten Temperaturbereich einen wesentlich konstanteren Hub erbringt.

Der Hub ändert sich etwa linear mit der angelegten Spannung bei einer bestimmten Stellgliedkapazität bzw. einer bestimmten Temperatur. Ändert sich die Temperatur, so ändert sich auch der Hub bei gleichbleibender Spannung. Hingegen ändert sich der Hub proportional zum Quadrat der aufgebrachten Energie ($ds \sim e^2$), aber unabhängig von der Temperatur.

Einem Stellglied eine bestimmte Energiemenge zuzuführen, ist sehr aufwendig. Beim Gegenstand der älteren deutschen Patentanmeldung 196 44 521.3 müssen Strom und Spannung gemessen, das Produkt daraus auf integriert, und der Ladevorgang abgebrochen werden, wenn der Integralwert einen vorgegebenen Wert $e = f$ erreicht. Eine Vereinfachung ergibt sich, wenn das Stellglied mit einem Konstantstrom geladen wird. Dann erübrigt sich eine Multiplikation.

Es ist Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren zum Ansteuern eines kapazitiven Stellgliedes mit einem vorgegebenen Energiebetrag anzugeben, welches einfacher durchzuführen ist. Aufgabe der Erfindung ist es auch, eine Vorrichtung zur Durchführung dieses Verfahrens zu schaffen.

Diese Aufgabe wird erfundungsgemäß durch die Merkmale des Patentanspruchs 1 gelöst.

Ein Ausführungsbeispiel nach der Erfindung ist im folgenden unter Bezugnahme auf die schematische Zeichnung näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 ein Kennfeld KF für den Zusammenhang zwischen Stellgliedkapazität C_p , Ladespannung U_c , Stellgliedspannung U_p und Energie E ,

Fig. 2 ein Schaltbild einer Ansteuerschaltung für mehrere Stellglieder, und

Fig. 3 ein Flußdiagramm für die Arbeitsweise der Schaltung nach Fig. 2.

Die Erfindung geht von der Überlegung aus, daß es sich bei den Veränderungen der Stellgliedkapazität C_p um temperaturbedingte Veränderungen handelt, die eine gegenüber dem zeitlichen Abstand aufeinanderfolgender Stellgliedbe-tätigungen bei einer Brennkraftmaschine sehr große Zeitkonstante aufweisen. Es ist deshalb nicht erforderlich, die

Regelung der Aufladung im Regelzyklus (Ansteuervorgang) selbst durchzuführen, sondern es genügt vollkommen, eine Regelabweichung in einem Ansteuervorgang festzustellen und diese Regelabweichung im darauffolgenden Ansteuervorgang zu korrigieren.

Fig. 1 zeigt ein Kennfeld mit zwei experimentell ermittelten oder berechneten Diagrammen, welche den Zusammenhang zwischen Stellgliedkapazität C_p , Ladespannung U_c , Stellgliedspannung U_p und Energie E darstellen. Das obere Diagramm zeigt über der temperaturabhängigen Stellgliedkapazität C_p (T und C_p auf der Abszisse aufgetragen) die für verschiedene Ladespannungen U_c erreichbare Energie E im Stellglied, während das untere Diagramm ebenfalls über der temperaturabhängigen Stellgliedkapazität C_p auf der Abszisse die für diese Ladespannungen U_c erzielbare Stellgliedspannung U_p darstellt.

Es kann für jedes Stellglied P_1 bis P_n ein eigenes Kennfeld KF vorgesehen sein, es kann aber auch für alle Stellglieder oder für jede Stellgliedgruppe ein gemeinsames Kennfeld KF vorgesehen sein.

Durch Betrachtung der Ladespannung U_c und der damit erreichten Stellgliedspannung U_p kann auf eine Strommessung, Multiplikation und Integration, wie oben beschrieben, verzichtet werden. Aufgrund des eindeutigen Zusammenhangs zwischen den genannten Größen kann auf annähernd konstante Energie E_v geregelt werden. Ein Wert E_v , relativiert auf 100% E_v , ist in Fig. 1 als strichpunktierter Gerade eingezeichnet.

Eine Regelung auf konstante Energie ist insbesondere dann wichtig, wenn die Kapazität C_c des Ladekondensators C von der Stellgliedkapazität C_p erheblich abweicht. Die in Fig. 1 dargestellten Diagramme entsprechen einer Schaltung nach Fig. 2, in der die Kapazität C_c der Reihenschaltung aus den Kondensatoren $C_1 + C_2$ etwa halb so groß ist wie die Kapazität C_p eines Stellgliedes P : $C_c = C_p/2$.

Das erfundungsgemäße Verfahren wird anhand einer in Fig. 2 dargestellten Schaltung näher beschrieben. Die Ansteuerung von weiter nicht dargestellten n Kraftstoffeinspritzventilen einer Brennkraftmaschine über piezoelektrische Stellglieder P_1 bis P_n erfolgt mittels einer Steuerschaltung ST, die Teil eines weiter nicht dargestellten mikroprozessor-gesteuerten Motorsteuergerätes ist.

Zwischen dem Pluspol $+U_{c1}$ und dem Minuspol GND einer steuerbaren Spannungsquelle SNT, vorzugsweise eines Schaltnetzteils, ist ein Ladekondensator C_1 angeschlossen, welcher als Ausgangskondensator des Schaltnetzteils SNT betrachtet werden kann und auf dessen Ausgangsspannung U_{c1} aufgeladen ist. Parallel zum Ladekondensator C_1 ist eine Reihenschaltung aus einem mit dem Pluspol $+U_{c1}$ verbundenen, von ihm weg stromdurchlässigen Ladeschalter X_1 und einem mit dem Minuspol GND verbundenen, zu ihm hin stromdurchlässigen Entladeschalter X_2 angeordnet.

Wenn von Schaltern X_1 und X_2 die Rede ist, handelt es sich um elektronische, nur in einer Richtung stromdurchlässige, aus wenigstens einem Halbleiterelement bestehende Schalter, vorzugsweise Thyristorschalter, die von der Steuerschaltung leitend gesteuert werden.

Zwischen dem Verbindungspunkt von Ladeschalter X_1 und Entladeschalter X_2 und dem Masseanschluß GND liegt eine Reihenschaltung aus einem Umladekondensator C_2 , einer Umschwingspule L , einem ersten Stellglied P_1 und einem ersten, gesteuerten Power-MOSFET-Schalter T_1 .

Für jedes weitere Stellglied P_2 bis P_n ist eine Reihenschaltung aus diesem Stellglied und einem weiteren Power-MOSFET-Schalter T_2 bis T_n der Reihenschaltung aus dem ersten Stellglied P_1 und dem ersten Power-MOSFET-Schalter T_1 parallel geschaltet.

Parallel zu den Reihenschaltungen aus Stellglied und

Power-MOSFET-Schalter ist eine vom Masseanschluß GND weg zur Umschwingspule L hin stromdurchlässige Diode D angeordnet. Power-MOSFET-Schalter enthalten üblicherweise Inversdioden, deren Funktion, wie weiter unten näher erläutert, beim Betrieb der erfundungsgemäßen Vorrichtung benutzt wird.

Die Schalter X1, X2 und T1 bis Tn werden von der Steuerschaltung ST entsprechend einem dem erfundungsgemäßen Verfahren zugeordneten Programm, abhängig von Steuersignalen st des Motorsteuergerätes, von der erreichten Stellgliedspannung Up und vom Istwert Uc2 der Spannung am Umladekondensator C2 nach dem Entladen des Stellgliedes, anhand eines in der Steuerschaltung ST gespeicherten Kennfeldes KF nach Fig. 1 gesteuert.

Das erfundungsgemäße Verfahren zum aufeinanderfolgenden Ansteuern mehrerer kapazitiver Stellglieder wird nachstehend anhand des in Fig. 3 dargestellten Flußdiagramms unter Zugrundelegung der in Fig. 2 gezeigten Schaltung für ein Stellglied P1 näher erläutert. Die einzelnen Kästchen, den jeweiligen Verfahrenszuständen zugeordnet, sind mit römischen Zahlen gekennzeichnet.

Bei einem Zustand III (während des Betriebes), in welchem die Umschwingspule L stromlos ist, alle Schalter X1, X2 und T1 bis Tn nichtleitend (hochohmig) und alle Stellglieder P1 bis Pn entladen sind, soll das Stellglied P1 betätigt werden, um über das zugeordnete Einspritzventil Kraftstoff in den Zylinder 1 einzuspritzen. Die Ladespannung Uc = Uc1 + Uc2 wird beim ersten Ansteuervorgang I bei Inbetriebnahme des Fahrzeugs vorgegeben, Zustand 0.

Beim ersten Ansteuervorgang ist der Umladekondensator C2 entladen. Es findet ein Einschwingvorgang statt, der einen oder mehrere Ladezyklen dauern kann, bis die beim Entladen des Stellgliedes rückgelieferte Spannung Uc2 am Umschwingkondensator C2 nach jedem Entladevorgang beispielsweise einen Wert Uc2 > +100 V erreicht. Die maximale Ladespannung Ucmax = Uc1 + Uc2 soll beispielsweise +270 V betragen.

Zunächst wählt die Steuerschaltung das entsprechende Stellglied (hier P1) aus, Zustand IV, indem sie den ihm zugeordneten Power-MOSFET-Schalter T1 leitend steuert. T1 kann über einen Kurbelwellenwinkel KW = 729°KW/Z (Z = Zahl der Zylinder) leitend (niederohmig) bleiben, das sind beispielsweise bei Vierzylindermotoren 180°KW und bei Sechszylindermotoren 120°KW.

Beim ersten Ansteuervorgang wählt die Steuerschaltung ST in dem im oberen Diagramm des Kennfeldes KF in Fig. 1 eine gespeicherte, experimentell ermittelte oder berechnete Kennlinie der Ladespannung Uc (+210 V) aus, welche bei dem der momentanen Stellgliedtemperatur entsprechenden Kapazitätswert des Stellgliedes P oberhalb der gewünschten, dem Stellglied zuzuführenden Energie Ev (im Diagramm durch eine strichpunktiierte Linie e gekennzeichnet) liegt, Zustand 0. Da in der Regel die Stellgliedtemperaturen nicht zur Verfügung stehen, kann als Ersatzgröße die Motortemperatur T (im Ausführungsbeispiel +50°C) herangezogen werden, siehe strichlierte Linie a bis zum Punkt A in Fig. 1, um einen Näherungswert für die momentane Stellgliedkapazität Cp zu erhalten.

Bei einer einfacheren Ausführung kann einfach ein Anfangswert für die Ladespannung Uc (beispielsweise +210 V) unabhängig von der Temperatur vorgegeben sein.

Nach ein oder mehreren Ansteuervorgängen (Einschwingvorgängen) des Stellgliedes P1 sei nach Beendigung eines Entladevorgangs die Spannung des Umladekondensators C2 beispielsweise Uc2 = +120 V.

Beim nächsten Einspritzbeginn, der durch den Beginn eines Steuersignals st = 1 (Zustand V) vorgegeben ist, wird von der Steuerschaltung ST der Ladeschalter X1 gezündet

(Zustand VI). Dadurch entlädt sich die an der Reihenschaltung aus C1 und C2 liegende Ladespannung Uc = +210 V während einer kompletten Sinushalbschwingung über die Umschwingspule L in das Stellglied P1 und dieses öffnet das nicht dargestellte Einspritzventil. Die Spannungsquelle – das Schaltnetzteil SNT – bleibt mit dem Ladekondensator C1 verbunden, so daß auch sie Energie in den Schwingkreis einspeist.

Nach dem Umschwingen verlischt der Ladeschalter X1 von selbst (Zustand VII), das Stellglied P1 ist beispielsweise auf Up = +126 V geladen.

Der Wert der Stellgliedspannung Up = +126 V wird der Steuerschaltung mitgeteilt, welche im Kennfeld KF (Fig. 1) aus Uc = +210 V und Up = +126 V die dem Stellglied zugeführte Energie bestimmt (Zustand VIII).

Dazu wird im unteren Diagramm des Kennfeldes KF im Schnittpunkt B (Uc = +210 V; Up = +126 V, strichlierte Linie b) der momentane Kapazitätswert Cp ≈ 14,5 µF des Stellgliedes P1 bestimmt, und anschließend im oberen Diagramm (Schnittpunkt 0 von Cp = 14,5 µF; Uc = +210 V, gestrichelte Linie c) die zugeführte Energie zu E ≈ 102,5% Ev (strichlierte Linie d; Punkt D) ausgelesen.

Je nach "Empfindlichkeit" der Regelung liegt dieser Wert entweder innerhalb eines Toleranzbandes Ev + AE der gewünschten Energie (Zustand XI), wobei der nächste Ansteuervorgang mit unveränderter Ladespannung Uc = +210 V durchgeführt wird, oder es wird für den nächsten Ansteuervorgang des Stellgliedes P1 ein neuer Wert für die Ladespannung Uc bestimmt, in diesem Ausführungsbeispiel,

weil E > Ev + AE etwas größer als der gewünschte Wert ist (Zustand IX), beispielsweise von vorgegebenen gespeicherten Stützwerten interpoliert, oder inkrementell um $\Delta U = 5$ V vermindert (Zustand XII), auf +205 V festgelegt. Dieser Wert ergibt dann im nächsten Ansteuervorgang des Stellgliedes P1, gleiche Stellgliedkapazität vorausgesetzt, etwa einen Wert für die übertragene Energie von E = Ev. Ist die übertragene Energie jedoch kleiner, E < Ev (Zustand X), so wird Uc beim nächsten Ansteuervorgang um $\Delta U = 5$ V auf Uc = +215 V erhöht (Zustand XIII).

Bei Stellgliedspannungen Up oberhalb eines vorgegebenen Maximalwertes Upmax – beispielsweise +160 V – findet vorzugsweise eine reine Spannungsregelung gemäß dem unteren Diagramm von Fig. 1 statt, um die Stellgliedspannung auf diesen Wert zu begrenzen.

Zum Entladen des Stellgliedes P1 am Ende eines Steuersignals st (Zustand XIV) wird der Entladeschalter X2 gezündet (Zustand XV). Der Entladestromkreis schließt sich über die Inversdiode des Power-MOSFET-Schalters T1. Die im Stellglied gespeicherte Energie schwingt über die Umschwingspule L in den Kondensator C2 zurück, der auf den bereits erwähnten Wert Uc2 = +120 V geladen wird; die im Umladekondensator C2 gespeicherte Energie kann für den folgenden Zyklus genutzt werden.

Sobald das Stellglied auf die Schwellspannung der dem "aktiven" Kanal parallel liegenden Diode D entladen ist, setzt sich der noch fließende Strom über diese Diode fort, wodurch ein Aufladen des Stellgliedes auf eine negative Spannung verhindert wird. Anschließend verlischt der Entladeschalter X2 von selbst (Zustand XVI).

Für den nächsten Ansteuervorgang des Stellgliedes P1 muß der Ladekondensator C1 auf eine Spannung Uc1 = Uc - Uc2 aufgeladen werden, wozu Uc2 = +120 V gemessen wird (Zustand I). Damit kann Uc1 = Uc - Uc2 = +205 V - 120 V = +85 V ermittelt werden (Zustand II). Auf diesen Wert wird das Schaltnetzteil SNT für den nächsten Ansteuervorgang des Stellgliedes P1 eingestellt und damit der Ladekondensator C1 auf Uc1 = +85 V geladen. Mit den in diesem Ansteuervorgang ermittelten Werten wird der nächste

Ansteuervorgang, ab Zustand III, durchgeführt. Die Ansteuervorgänge für die anderen Stellglieder P2 bis Pn entsprechen dem beschriebenen Verfahren für das Stellglied P1.

Patentansprüche

5

1. Verfahren zum Ansteuern wenigstens eines kapazitiven Stellgliedes (P), insbesondere eines piezoelektrisch betriebenen Kraftstoffeinspritzventils einer Brennkraftmaschine, mit einem vorgebbaren Energiebetrag (Ev), dadurch gekennzeichnet,
 - daß am Beginn eines Ansteuervorgangs das Stellglied (P1 bis Pn) über eine Umschwingspule (L) aus einer Reihenschaltung eines Ladekondensators (C1) und eines Umladekondensators (C2) mit einer vorgebbaren Ladespannung ($U_c = U_{c1} + U_{c2}$) geladen wird und am Ende des Ansteuervorgangs in den Umladekondensator (C2) wieder entladen wird,
 - daß aus der Ladespannung (U_c) und der damit am Stellglied erreichten Stellgliedspannung (U_p) der temperaturabhängige Kapazitätswert (C_p) des Stellgliedes (P1 bis Pn) ermittelt wird,
 - daß aus diesem Kapazitätswert (C_p) und der Ladespannung (U_c) der dem Stellglied (P1 bis Pn) zugeführte Energiebetrag (E) ermittelt wird, und
 - daß für den nächsten Ansteuervorgang desselben Stellgliedes (P1 bis Pn)
 - die Ladespannung (U_c) abhängig von der Differenz ($Ev - E$) von vorgegebenem Energiebetrag (Ev) und zugeführtem Energiebetrag (E) erhöht oder abgesenkt wird, und
 - der Ladekondensator (C1) auf eine der Differenz zwischen dieser bestimmten Ladespannung (U_c) und der momentan am Umladekondensator (C2) anliegenden Spannung (U_{c2}) entsprechende Spannung ($U_{c1} = U_c - U_{c2}$) aufgeladen wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß Stellgliedkapazitätswerte (C_p), abhängig von der Ladespannung (U_c) und von der damit am Stellglied (P) erreichten Stellgliedspannung (U_p), dem Stellglied (P) zugeführte Energiebetragswerte (E), abhängig von der Ladespannung (U_c) und von diesen ermittelten Stellgliedkapazitätswerten (C_p), und ein vorgegebener, dem Stellglied zuzuführender Energiebetrag (Ev)
 - als experimentell ermittelte oder berechnete Werte in einem Kennfeld (KF) nichtflüchtig abgespeichert sind.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß jedes Stellglied (P1 bis Pn) ein eigenes Kennfeld (KF) vorgesehen ist.
4. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß für alle Stellglieder (P1 bis Pn) oder für jede Stellgliedgruppe ein gemeinsames Kennfeld (KF) vorgesehen ist.
5. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß bei Betriebsbeginn für den ersten Ansteuervorgang jedes Stellgliedes (P1 bis Pn) ein Wert für die Ladespannung (U_c) vorgegeben wird.
6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß der vorgegebene Wert für die Ladespannung (U_c) von der Motortemperatur (T) abhängig ist.
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß ein Maximalwert (U_{pmax}) für die Stellgliedspannung (U_p) vorgegeben ist, und daß bei Stellgliedspannungen (U_p) oberhalb dieses Maximalwertes (U_{pmax}) eine reine Spannungsregelung ($U_c\{U_p\}$) stattfindet.

8. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen dem Pluspol (+Uc1) und dem Minuspol (GND) einer von einer Steuerschaltung (ST) steuerbaren Spannungsquelle (SNT) ein Ladekondensator (C1) angeordnet ist,

daß parallel zum Ladekondensator (C1) eine Reihenschaltung aus einem mit dem Pluspol (+Uc1) verbundenen, von ihm weg stromdurchlässigen Ladeschalter (X1) und einem mit dem Minuspol (GND) verbundenen, zu ihm hin stromdurchlässigen Entladeschalter (X2) angeordnet ist,

daß zwischen dem Verbindungspunkt von Ladeschalter (X1) und Entladeschalter (X2) und dem Masseanschluß (GND) eine Reihenschaltung aus einem mit dem Ladeschalter (X1) verbundenen Umladekondensator (C2), einer Umschwingspule (L), einem ersten Stellglied (P1) und einem ersten, gesteuerten Power-MOSFET-Schalter (T1) angeordnet ist,

daß für jedes weitere Stellglied eine Reihenschaltung aus diesem Stellglied (P2 bis Pn) und einem weiteren Power-MOSFET-Schalter (T2 bis Tn) der Reihenschaltung des ersten Stellgliedes (P1) und des ersten Power-MOSFET-Schalters (T1) parallel geschaltet ist, und

daß parallel zur Reihenschaltung aus erstem Stellglied (P1) und Power-MOSFET-Schalter (T1) eine vom Masseanschluß (GND) zur Umschwingspule (L) hin stromdurchlässige Diode (D) angeordnet ist.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die von der Steuerschaltung (ST) steuerbare Spannungsquelle (SNT) ein Schaltnetzteil ist.

10. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuerschaltung (ST), in welcher das Kennfeld (KF) gespeichert ist, ein Teil eines mikroprozessorgesteuerten Motorsteuergerätes ist, daß der Steuerschaltung (ST) als Eingangsgrößen Steuersignale (st) zum Ansteuern der Stellglieder, die am jeweils angesteuerten Stellglied (P1 bis Pn) anliegende Stellgliedspannung (U_p) und die am Umladekondensator (C2) anliegende Spannung (U_{c2}) zugeführt werden, und welche den Ladeschalter (X1), den Entladeschalter (X2) und die Power-MOSFET-Schalter (T1 bis Tn) gemäß dem Verfahrensablauf nach Fig. 3 steuert.

11. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß Ladeschalter (X1) und Entladeschalter (X2) gesteuerte, elektronische, nur in einer Richtung stromdurchlässige Halbleitereschalter sind.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

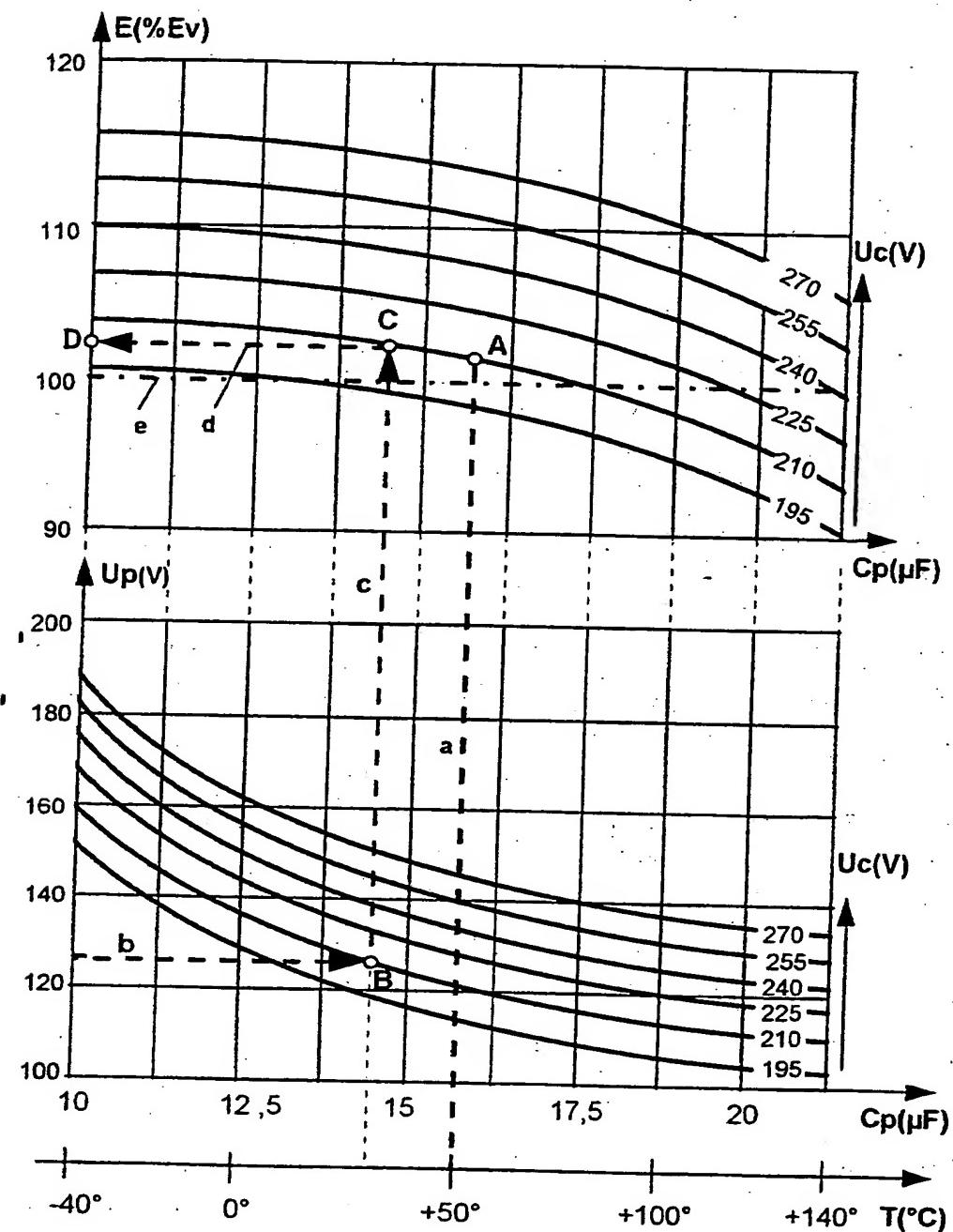


Fig.1

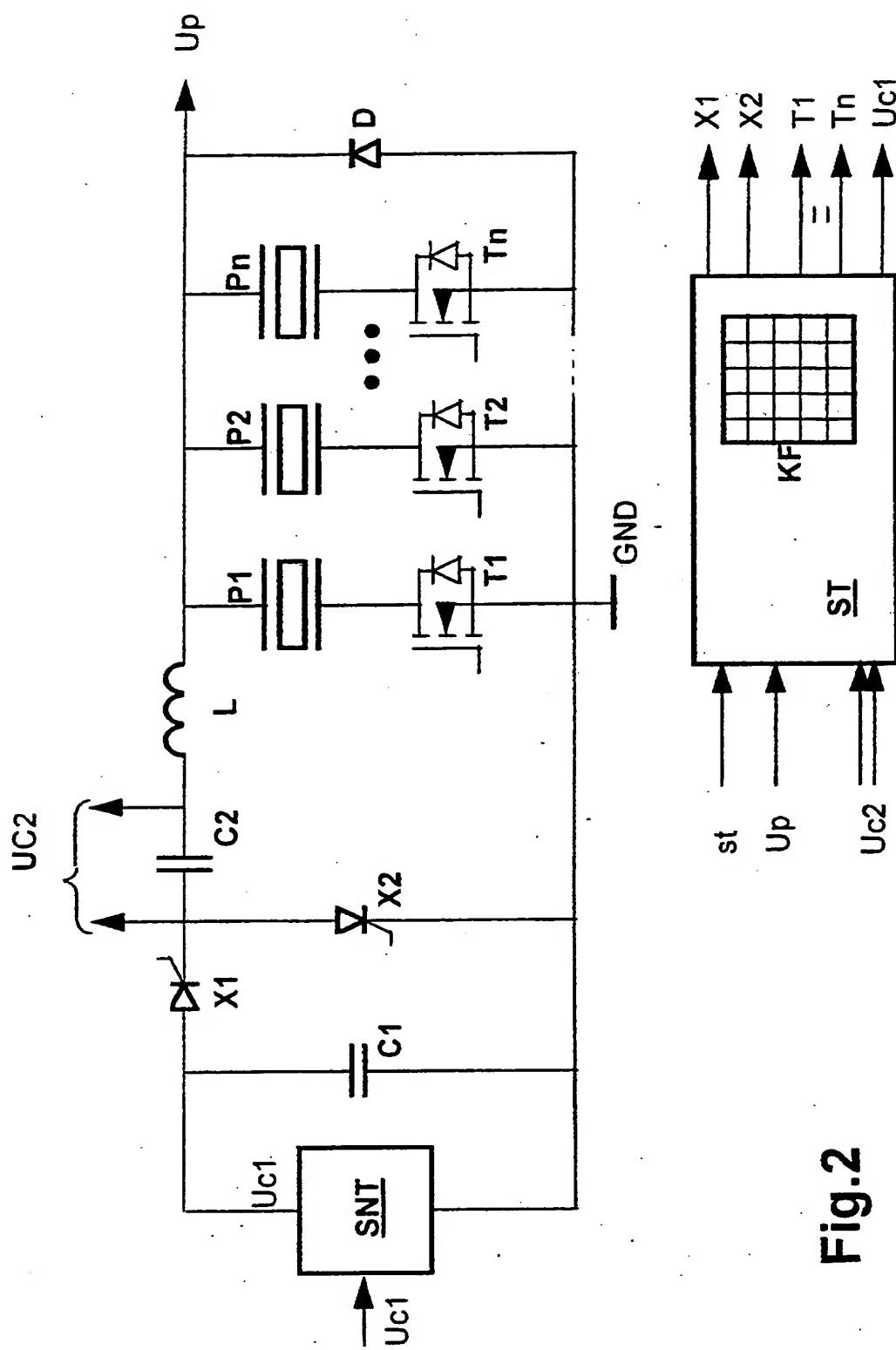


Fig.2

Fig.3

